

Okamneli gozd na Lezbosu

IZVLEČEK

Na grškem otoku Lezbos se je ohranil okamneli gozd iz terciarja. Blatni tokovi iz piroklastičnega gradiva so pred 15 do 20 milijoni leti prekrili in fosilizirali celoten takratni ekosistem. Na podlagi okamnelih najdb je bilo mogoče rekonstruirati podnebje, rastlinstvo in živalstvo takratnega obdobja.

Ključne besede:

Grčija, Lezbos, okamneli gozd, geološka dediščina, piroklastični tokovi, fosilizacija.

ABSTRACT

Petrified Forest on Lésvos Island
On Greek Lésvos Island petrified forest from tertiary was conserved when mud flows made of pyroclastic material covered and fossilized the entire ecosystem 15 - 20 million years ago. On the basis of fossil findings it was possible to reconstruct the climate, vegetation and animals of that geological period.

Key words:

Greece, Lésvos Island, petrified forest, geological heritage, pyroclastic flows, fossilization.

Avtorja (besedilo in fotografije):

MATIJA ZORN, univ. dipl. geog. in prof. zgod.,
Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU,
Slovenija

E-pošta: matija.zorn@zrc-sazu.si

in

VESNA LOGAR ZORN, univ. dipl. inž. geol.,
Gorenjesavska cesta 25, SI - 4000 Kranj, Slovenija
E-pošta: vesna.logar@siol.net

Otok Lezbos, za Kreto in Evbojo tretji največji grški otok, meri 1630 km². Poznan je tudi pod imenom Mytilíni, kot se imenuje tudi glavno mesto otoka. Leži na severovzhodu Egejskega morja in je od turške obale oddaljen vsega nekaj kilometrov. Na otoku vulkanskega nastanka živi nekaj manj kot 90.000 prebivalcev (9).

Svetovno znan je po antični pesnici Sapfo, ki se je okrog leta 620 pr. Kr. rodila v kraju Eressos. Slovite so njene pesnitve, od katerih sta se v celoti žal ohranili le dve. Na otoku je ustanovila deklinško šolo, kjer je slušateljice poučevala vse do sklenitve njihove zakonske zveze (9).

Po drugi strani pa je otok skoraj nepoznan kot območje enega najbolje ohranjenih nahajališč okamnelih debel na svetu. Okamneli gozd (okrog 150 km²) se razprostira na zahodnem delu otoka, med kraji Sigri, Antissa in Eressos (7, 10).



Čeprav se okamneli gozd na Lezbosu po slovesu ne more primerjati z nahajališčem v ameriški zvezni državi Arizona, kjer je v Painted Desert (Poslikani puščavi) narodni park Okamneli gozd (Petrified Forest National Park; 1), je geološko prav toliko - če ne še bolj - zanimiv.

Po svetu je še mnogo drugih nahajališč okamnelih gozdov. V preglednici 1 so navedena le nekatera najpomembnejša (s časovno opredelitvijo, kdaj so gozdovi rasli).



Slika 1: Območje okamnelega gozda na Lezbosu.

Okamneli gozdovi so nahajališča okamnelih ostankov debel oziroma dreves iz geološke preteklosti. Okamnena debela so se lahko ohranila na mestu, kjer so drevesa dejansko rasla (in situ). V takih primerih govorimo o "avtohtonih okamnelih gozdovih"; primer takšnega gozda je tudi na Lezbosu. Pri tovrstnih nahajališčih stojijo deli dreves tako, kot so stali pred milijoni let v času rasti, ohranjen pa imajo lahko tudi koreninski sistem. V bližini dreves dostikrat najdemo še ostanke drugih fosilov. Na podlagi takšnih najdb je mogoče rekonstruirati celotno življenjsko okolje določenega geološkega obdobja Zemlje (2).

"Alohtoni okamneli gozdovi" so v nasprotju z avtohtonimi nahajališča, kjer ostanke dreves ne stojijo oziroma ležijo na mestu, kjer so drevesa rasla, ampak so bila predstavljena na drugotno mesto. Nekateri avtorji se pri tovrstnih nahajališčih otepajo besede "gozd", kajti drevesa na mestu nahajališča dejansko niso rasla (2). Primer takšnega okamnelega gozda je tudi v omenjenem narodnem parku v Arizoni.

Kakorkoli se že razvrščajo okamneli gozdovi, pogoj za njihov nastanek je v vseh primerih enak. Obstajati mora možnost fosilizacije. Le-ta prepreči hiter razpad debel, namesto tega pa pride z anorgansko mineralizacijo do impregnacije. Razlog okamnitve je tudi odsotnost kisika (2).

Znanih je več načinov fosilizacije:

1. **petrifikacija**;
2. **inkrustacija** (prekrivanje), ki nastane, ko se na površje skeleta iz vode izloči mineralna skorja, ki onemogoča nadaljnje razpadanje skeleta;
3. **mumifikacija** v puščavskem podnebnju, pri čemer se odmrli organizmi izsušijo in nastanejo t. im. mumije;
4. **konservacija** oziroma proces mokre mumifikacije, do katere pride v ledu, soli, olju itd.;
5. **karbonizacija** (pooglejevanje), pri kateri iz odmrlih rastlin nastane premog.

Okamneli gozd na Lezbosu je nastal s petrifikacijo. Petrifikacija je tudi najpogostejši način fosilizacije. Voda prinaša raztopljene mineralne snovi (npr. kalcit, dolomit, kremen, pirit ali limonit) v razpoke. Mineralne snovi sčasoma zamenjajo organsko snov, ki tako okamni. Za petrifikacijo je značilno, da ostanke izgubijo prvotno barvo, oblika in dimenzija pa ostaneta nespremenjeni. Proces poteka pri diagenezi sedimentov v morju ali sladki vodi, pa tudi na kopnem (4).

Preglednica 1: Najpomembnejša nahajališča okamnelih gozdov na svetu.

geološka era	geološka perioda	začetek obdobja (mio let)	okamneli gozdovi	drevesa
kenozoik	kvartar	1.6	karbonatna območja sveta - zasigana debela	sodobni gozd
	terciar	65	Lezbos, Lemnos (Grčija); Mikófalva (Madžarska); Zuri-Soddi (Sardinija, Italija); Ankara, Carigrad (Turčija), Kairo (Egipt); Pondicherry, Deccan Intertrappean (Indija); Mandalay (Mjanmar), provinca Hubei (Kitajska); Mawaki (Japonska); Rio Cauca (Kolumbija); José Ormaechea, Szlapelis (Argentina); Florissant (Kolorado, ZDA), Vantage (Washington, ZDA), Deschutes, McDermitt (Oregon, ZDA), Virgin Valley (Nevada, ZDA), Blue Forest, Yellowstone (Wyoming, ZDA), Calistoga (Kalifornija, ZDA)	palme, listnata drevesa, sodobna iglasta drevesa (<i>Pinatae</i>)
mezozoik	kreda	135	La Calamine (Belgija); Port Edward (Južna Afrika); Lasa (Tibet)	prva listnata drevesa, iglasta drevesa (<i>Pinatae</i>), drevesaste praproti (<i>Cycadophytina</i>), peresastolistasti iglavci (<i>Ginkgoatae</i>)
	jura	205	Cerro Cuadrado (Argentina); Xinjiang (Kitajska); Queensland (Avstralija); Tasmanija (Avstralija); Nova Zelandija	starodavna iglasta drevesa
	trias	250	Arizona, Utah (ZDA); Sao Pedro do Sul (Brazilija); Khorixas (Namibija); Zimbabve; Madagaskar	drevesaste praproti (<i>Cycadophytina</i>), peresastolistasti iglavci (<i>Ginkgoatae</i>), pozna semenasta
paleozoik	praprot	290	Araguaina (Brazilija); Chemnitz (Nemčija); Nová Paka (Češka); Nova Kaledonija	prva iglasta drevesa, zgodnja semenasta praprot, drevesaste praproti (<i>Cycadophytina</i>), lisičnjaki (<i>Sigillaria</i>)
	karbon	355	ni podatkov	luskavec (<i>Lepidodendrales</i>), preslice (<i>Calamites</i>)
	devon	410	Gilboa (New York, ZDA)	razširijo se kopenske rastline; psilofiti, lisičnjaki
	silur	438	- *	prve semenovke (<i>Spermatophyta</i>), prve kopenske rastline
	ordovicij	510	- *	bakterije (<i>Bacteria</i>) in alge (<i>Algae</i>)
	kambrij	570	- *	bakterije (<i>Bacteria</i>) in alge (<i>Algae</i>); prve močvirske rastline
predkambrij		5000	- *	začetek življenja pred 3,5 milijardami leti; bakterije (<i>Bacteria</i>) in alge (<i>Algae</i>)

* - : ni bilo gozda

Da se je na Lezbosu okamneli gozd ohranil na mestu nastanka, dokazuje večje število stoječih debel z razvitim koreninskim sistemom (slika 2). Razen debel so se ohranili še fosili plodov, vej in listov, našli pa so tudi večje število živalskih ostankov. Pred okrog 15 do 20 milijoni let je bil zaradi intenzivne vulkanske dejavnosti na otoku fosiliziran celoten takratni ekosistem.

V času terciarnega vulkanizma so se na otoku pojavljali piroklastični tokovi in blatni tokovi iz piroklastičnega gradiva. Velik del otoka je zato prekrilo različno piroklastično gradivo, npr.

vulkanski pepel, vulkanske bombe. Piroklastični tokovi so več kot 700 °C vroča zmes vulkanskih plinov, piroklastičnega gradiva in zraka, ki se zaradi težnosti s hitrostjo prek 150 km/h pomikajo po pobočjih, tudi tistih z majhnim naklonom. Za tovrstne tokove se je uveljavil tudi izraz nuées ardentes oziroma žareči oblaki. Njihova odkladnina se imenuje ignimbrit. Ignimbriti, ki spadajo med vulkanoklastične kamnine, ponekod po svetu prekrivajo zelo velika območja. Tako npr. na območju jezera Toba na indonezijskem otoku Sumatra prekrivajo 25.000 km², na območju jezer



Slika 2: Okamnena drevesa imajo ohranjen koreninski sistem.

Taupo in Rotorua na Severnem otoku Nove Zelandije pa kar 26.000 km² (5, 6). Ob močnem deževju lahko iz nesprijetega piroklastičnega gradiva nastanejo blatni tokovi iz piroklastičnega gradiva, kar se je dogajalo tudi na Lezbosu.

Vsodobnosti so piroklastični tokovi poglavitni razlog človeških žrtev ob vulkanskih izbruhih. Najbolj so znani piroklastični tokovi iz okolice Neaplja v Italiji, kjer so se leta 79 sprožili z ognjenika Vezuv in zasuli antični mesti Pompeji in Herculaneum. Leta 1902 so nastali na ognjeniku Pelée na karibskem otoku Martinik in terjali 30.000 življenj. V novejšem času je leta 1982 ognjenik El Chichonal v Mehiki terjal 5000 človeških žrtev, okrog sto ljudi pa je leta 1980 umrlo zaradi različnih piroklastičnih in blatnih tokov, ki so nastali ob izbruhu ognjenika Mount Saint Helens v ameriški zvezni državi Washington. Piroklastični tokovi so najbolj pogosti pri izbruhih t. im. stratovulkanov; na Zemlji jih letno izbruhne okrog štirideset. Največ jih je nad območji podrivanja litosferskih plošč na

obrobju Tihega oceana, v Sredozemlju in Karibskem morju. Z naraščanjem števila prebivalcev so ljudje prisiljeni živeti v bližini ognjenikov. Njihova vznožja zagotavljajo rodovitno prst in lepo, a nepredvidljivo naravo. Leta 1986 je pod ognjeniki, s katerih bi se lahko sprožili piroklastični tokovi, živelo kar 360 milijonov ljudi (5).

Na Lezbosu so blatni tokovi iz piroklastičnega gradiva tekli od vzhoda proti zahodu, kjer so prekrili gozdove. Rastline niso bile več pod atmosferskim vplivom in prihajalo je do hidrotermalnega kroženja raztopin, obogatenih s silicijem. Nastale so ugodne razmere za fosilizacijo oziroma okamnitev. V tem procesu je organske dele rastlin molekulo za molekulo zamenjalo anorgansko gradivo hidrotermalnih raztopin. Nekatere morfološke značilnosti dreves so se ohranile, saj so na okamninah razločno vidni lubje, letnice in notranja struktura dreves (slika 4). Na ta način so se ohranila do 20 m dolga debla s premerom do 3 m (10).

Posamezne fosilizirane ostanke so našli tudi drugod po otoku. Odkrita paleoflora se fitogeografsko deli v dve glavni skupini:

1. skupina subtropskih rastlin: lovor (npr. *Laurus sp.*), cimet (npr. *Cinnamomum polymorphum*); podobne rastlinske vrste v sodobnosti rastejo v gozdovih jugovzhodne Azije;
2. skupina rastlin, ki uspevajo pri milejših temperaturah: jelša (npr. *Alnus cyccladum*), topol (npr. *Populus balsamoides*, *Populus sp.*), hrast (npr. *Quercus apocynophyllum*, *Quercus crutiata*), bor (*Pinus*) in sekvoja (*Taxodioxyton gypsaceum*). Podobne rastline v sodobnosti uspevajo v toplem celinskem podnebju jugovzhodne Azije in Severne Amerike (7).

S stratigrafsko primerjavo med fosilnimi ostanki rastlin z otoka Lezbosa ter ostalo evropsko in grško paleofloro se paleoflora otoka datira v čas med

Slika 3: Največje odkrito okamneno deblo je prednik sekvoje; v višino meri 7 m in ima obseg 8.6 m. Pred okrog 20 milijoni leti je bilo drevo visoko preko 100 m.



zgornjim oligocenom in spodnjim miocenom. Na podlagi rastlinstva je bilo mogoče rekonstruirati tudi podnebje takratnega obdobja.

Gozd je nastal v subtropskih podnebnih razmerah, ki so jim sledile nagle spremembe v toplo celinsko podnebje (7, 10).

V nasprotju z obdobjem pred 20 milijoni leti zdaj na zahodnem delu Lezbosa skorajda ni drevja, prst pa je močno degradirana. Uspevajo večinoma le pritlikavo grmičevje, trave in posamezna borova ali hrastova drevesa. Že tako borno rastlinstvo so v novejšem času dodatno prizadeli pašništvo, požari in erozija prsti. Na območju okamnelega gozda so v zadnjih letih nasadili različne drevesne vrste (zaradi primerjave med okamnelim in današnjim rastlinstvom).

Prva poročila o okamnelih deblih na otoku segajo v leto 1844. Okoljsko, geološko in paleontološko vrednost nahajališča je spoznala tudi grška država, ki je območje leta 1985 razglasila za naravni spomenik. Leta 1994 je z namenom preučevanja, promocije in zaščite okamnelega gozda na Lezbosu v kraju Sigri na zahodni obali otoka ustanovila naravoslovni muzej. Ta je bil leta 2000 soustanovitelj t. im. mreže evropskih geoparkov (European Geoparks Network), katere namen je dodatna zaščita in promocija geološke naravne dediščine znotraj Evropske zveze (10).

V preteklosti so ostanke takšnih debel uporabljali kot gradbeno gradivo, označevali so jih tudi za "delo hudiča" in jih uničevali. Zdaj nahajališča po svetu ogrožajo rudniki, turizem, širjenje mest, ljubiteljski zbiralci ipd. Posledično so le redki okamneli gozdovi nepoškodovani ali neizropani, ki pridejo pod "drobnogled" raziskovalcev (2).

Geološka dediščina na Lezbosu kaže pomembno stopnjo v evoluciji Zemlje in omogoča pridobivanje znanstvenih dognanj o razvoju rastlinstva, živalstva in podnebju preteklih geoloških obdobj. Samo želimo si lahko, da bi za dediščino, ki nam jo je zapustila narava, tako poskrbeli tudi drugod po svetu.



Slika 4: Na okamenlem deblu prednika današnjega bora so lepo vidne letnice in lubje.

Literatura

1. Arizona Guide - Petrified Forest National Park.
Medmrežje: http://www.americansouthwest.net/arizona/petrified_forest/national_park.html (29. 11. 2002).
2. Dernbach, U., Glas, M., Hochleitner, R., Jung, W., Landmesser M., Mayr, H., Selmeier, A., 1994: Versteinertes Holz: aus Holz wird Stein: die Mineralogie der Holzversteinigung. München, Christian Weise, 96 str.
3. Dernbach, U., Herbst, R., Jung, W., Selmeier, A., Schaarschmidt, F., Velitzelos, E., 1996: Ulrich Dernbach's petrified forests: the world's most beautiful petrified forests. Heppenheim, D'Oro, 188 str.
4. Ramovš, A., 1974: Paleontologija. Ljubljana, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, 304 str.
5. Schulz, W. H., 2002: Pyroclastic flow waves. V: Landslides and flows: Textbook on Engineering Geologic Mapping and Mechanical Analysis of Landslide and Flow Processes.
Medmrežje: http://www.eas.purdue.edu/engeomap/15_pyroclastic_flows.htm (29. 11. 2002).
6. Summerfield, M. A., 1991: Global Geomorphology: An introduction to the study of landforms. New York, Longman Scientific & Technical, str. 113.
7. Velitzelos, E., Zouros, N., 2002: The Petrified Forest of Lesvos - Protected Natural Monument.
Medmrežje: http://www.aegean.gr/petrified_forest/Frames/HTML/English/petriforest.htm (29. 11. 2002).
8. Verbič, T., 1998: Kamnine. Geografski atlas Slovenije - Država v prostoru in času. Ljubljana, DZS, str. 76.
9. Vesenjajk, K., Brodnjak, T., 2001: Lesvos - turistični vodnik. Murska Sobota, Intelekt, 68 str.
10. Zouros, N., Kontis, V., Seraidis, P., Kralis, F., 2000: Guide to the Lesvos Petrified Forest Park. Lesvos, Natural History Museum of the Lesvos Petrified Forest, 64 str.